

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-090658

(43)Date of publication of application : 31.03.2000

(51)Int.Cl.

G11C 11/15

(21)Application number : 10-255308

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 09.09.1998

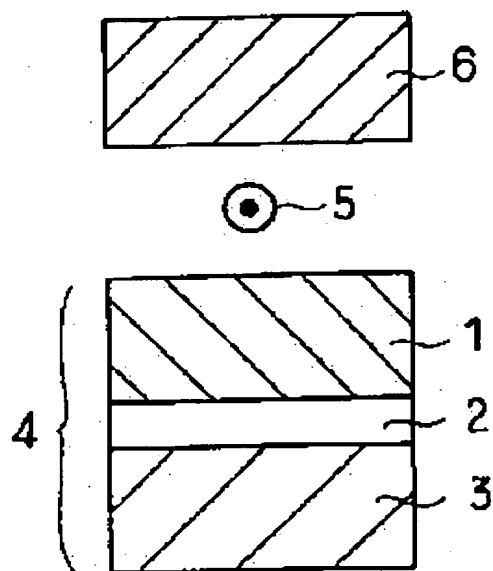
(72)Inventor : YAMANO KOJI
MAEDA ATSUSHI
TAKAHASHI SEIICHIRO

(54) MAGNETIC MEMORY ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic memory element and a magnetic memory array using it wherein information can be written in the memory element, the influence of the write on adjacent cells can be reduced, and a highly integrated product can be made.

SOLUTION: The magnetic memory element comprises a substrate and a magnetoresistance effect film 4 formed above the substrate, the magnetoresistance effect film 4 includes a first magnetic layer 1 and a second magnetic layer 3 separated by a nonmagnetic layer 2, and a magnetic field is applied to the first magnetic layer 1 to set the magnetizing direction of the first magnetic layer 1 to write/record information. A ferromagnetic flux control layer 6 is provided for concentrating the flux of the applied magnetic field on the first magnetic layer 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than withdrawal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 01.09.2004

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It has a substrate and the magneto-resistive effect film prepared above this substrate. Said magneto-resistive effect film It is the magnetic memory device which writes in and records information by impressing a field to said 1st magnetic layer, and setting up the magnetization direction of said 1st magnetic layer including the 1st and 2nd magnetic layers separated by the non-magnetic layer. The magnetic memory device in which the magnetic-flux control layer which consists of a ferromagnetic for centralizing the magnetic flux of said impression field on said 1st magnetic layer is prepared.

[Claim 2] The magnetic memory device according to claim 1 prepared so that the WORD current line for generating the field impressed to said 1st magnetic layer may be prolonged almost perpendicularly to the magnetization direction along the direction of a film surface of said 1st magnetic layer [near said 1st magnetic layer].

[Claim 3] The magnetic memory device according to claim 2 by which said magnetic-flux control layer is substantially prepared in the symmetric position to said 1st magnetic layer by making said WORD current line into center of symmetry.

[Claim 4] The magnetic memory device according to claim 2 or 3 by which said 1st magnetic layer is located above said 2nd magnetic layer, said WORD current line is formed above said 1st magnetic layer, and said magnetic-flux control layer is prepared above said WORD current line.

[Claim 5] A magnetic memory device given in any 1 term of claims 2-4 by which said magnetic-flux control layer is prepared in the side of said WORD current line.

[Claim 6] A magnetic memory device given in any 1 term of claims 2-5 by which said magnetic-flux control layer is prepared in the side of said 1st magnetic layer.

[Claim 7] A magnetic memory device given in any 1 term of claims 2-4 established so that said magnetic-flux control layer may surround the surroundings of said WORD current line and the both ends of said magnetic-flux control layer may arrive at the side of said 1st magnetic layer.

[Claim 8] The magnetic memory device according to claim 6 or 7 in which the part of said magnetic-flux control layer prepared in the side of said 1st magnetic layer is formed from the same ferromagnetic as said 1st magnetic layer.

[Claim 9] A magnetic memory device given in any 1 term of claims 1-7 currently formed from the ferromagnetic with which said magnetic-flux control layer has the same or bigger permeability as said 1st magnetic layer than it.

[Claim 10] A magnetic memory device given in any 1 term of claims 1-7 in which said magnetic-flux control layer is formed from the same ferromagnetic as said 1st magnetic layer.

[Claim 11] The magnetic memory array which is a magnetic memory array which arranged the magnetic memory device given in any 1 term of claims 1-10 in the shape of a matrix, is arranged in the longitudinal direction so that the magneto-resistive effect film of each magnetic memory device may be electrically connected to a serial, and is arranged so that a common WORD current line may be arranged to each magnetic memory device in a lengthwise direction.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magnetic memory device using the magneto-resistive effect film in which a magneto-resistive effect, especially giant magneto-resistance (GMR) are shown.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the random access memory using a magneto-resistive effect attracts attention as a solid-state storage element equipped with high density nature, the fast response, and the non-volatile. According to such a magnetic memory device, information can be recorded according to the magnetization direction of a magnetic layer, and it can consider as the nonvolatile memory which holds recording information semipermanently. For this reason, the use as various kinds of record components, such as a personal digital assistant and an information record component of a card, is expected, for example. Especially the magnetic memory device using giant magneto-resistance (GMR) can use the high power property of GMR, and since high-speed read-out is possible, it is expected.

[0003] The magnetic memory device using such GMR is indicated by JP,6-243673,A, JP,6-295419,A, etc. Moreover, as the concrete cellular structure, the accumulation component structure which has arranged the write-in line, the read-out line, etc. to JP,9-91951,A is indicated, for example. In this accumulation component structure, while arranging each memory cell in the shape of a matrix, reading to a longitudinal direction and connecting with a serial by the line, the insulating material was separated in the lengthwise direction, the electric insulation was secured, and the write-in line common on each cell is arranged.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the field which writes in in case information is written in, and is generated from a line is revealed to other contiguity cells, and the problem that malfunction etc. occurs arises as the degree of integration of a memory cell increases. Moreover, to write in information from a viewpoint which raises the working speed of a memory device to a memory device as efficiently as possible is desired.

[0005] The purpose of this invention can write in information on a memory device efficiently, and can reduce the effect of the contiguity cell on [at the time of being writing], and is to offer the magnetic memory array using the magnetic memory device and it which can attain high integration.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The magnetic memory device of this invention is equipped with a substrate and the magneto-resistive effect film prepared above this substrate. This magneto-resistive effect film It is the magnetic memory device which writes in and records information by impressing a field to this 1st magnetic layer, and setting up the magnetization direction of this 1st magnetic layer including the 1st and 2nd magnetic layers separated by the non-magnetic layer. It is characterized by preparing the magnetic-flux control layer which consists of a ferromagnetic for centralizing the

magnetic flux of an impression field on the 1st magnetic layer.

[0007] As for the magneto-resistive effect film in the magnetic memory device of this invention, it is desirable that it is the magneto-resistive effect film in which giant magneto-resistance (GMR) is shown, and the various magneto-resistive effect film of a coercive force difference type, a spin bulb mold, and an artificial skeleton pattern can be mentioned as such magneto-resistive effect film.

[0008] The coercive force difference type magneto-resistive effect film has the laminated structure which made the non-magnetic layer intervene between the magnetic layers from which coercive force differs, and laminated structures, such as magnetic layer NiFeCo / non-magnetic layer Cu / magnetic layer CoPt, and the magnetic layer NiFe / non-magnetic layer Cu / magnetic layer Co, are mentioned. In these laminated structures, the CoPt layer and Co layer which are a big hard layer of coercive force are used as an information recording layer. "1" or "0" is recorded by whether the magnetization directions in an information recording layer are whether to be parallel and an anti-parallel direction.

[0009] The magneto-resistive effect film of a spin bulb mold has the laminated structure which carried out the laminating of the antiferromagnetism layer to one magnetic layer of the two magnetic layers separated by the non-magnetic layer, and carried out switched connection to the antiferromagnetism layer. In such a magnetic memory device, the pin stop of one magnetic layer is carried out by switched connection with an antiferromagnetism layer, and information is written in by setting up the magnetization direction of the magnetic layer (free layer) of another side. That is, according to whether information is "0" or it is "1", it is set up so that the magnetization direction of a free layer may serve as parallel or anti-parallel. As magneto-resistive effect film of a spin bulb mold, the laminated structure which carried out the laminating of magnetic layer NiFe / non-magnetic layer Cu / magnetic layer NiFe / the antiferromagnetism layer FeMn is mentioned, for example. In the magneto-resistive effect film of such a laminated structure, the magnetic layer NiFe which does not touch an antiferromagnetism layer FeMn layer is used as an information recording layer. Moreover, in the magneto-resistive effect film of a spin bulb mold, the magneto-resistive effect film of the tunnel mold which used the insulating material for the non-magnetic layer is known, and such magneto-resistive effect film can also be used in this invention. As such magneto-resistive effect film, a magnetic layer NiFe / non-magnetic layer aluminum-aluminum₂O₃ / magnetic layer NiFe / antiferromagnetism layer FeMn is mentioned.

[0010] The laminating of a magnetic layer and the non-magnetic layer is carried out by turns, through a non-magnetic layer, it is the magneto-resistive effect film combined in [a magnetic layer] antiferromagnetism, for example, as for the magneto-resistive effect film of an artificial skeleton pattern, the laminated structure of Co/Cu is mentioned. By impressing an external magnetic field, magnetization of each class aligns in parallel and, as for these magneto-resistive effect film, electric resistance decreases greatly compared with the case of anti-parallel.

[0011] In the magnetic memory device of this invention, a field is impressed to the 1st magnetic layer, the magnetization direction of the 1st magnetic layer is set up in the predetermined direction, and information is written in by this. As a means for generating the field impressed in the case of such writing, in a magnetic memory device, generally, in order to pass a write-in current (Ward current), the Ward current line is formed. Preferably, the Ward current line is formed so that it may extend almost perpendicularly to the magnetization direction along the direction of a film surface of the 1st magnetic layer [near the 1st magnetic layer]. Generally, it is formed in a rectangular configuration and shape anisotropy is given, and the 1st magnetic layer and 2nd magnetic layer are set up so that a rectangular longitudinal direction may serve as an easy axis. Therefore, the direction magnetized in case information is written in is set up so that it may become the parallel or the anti-parallel in alignment with this easy axis. By forming the Ward current line so that it may extend almost perpendicularly to this magnetization direction, a field can be impressed so that it may become parallel or the magnetization direction of anti-parallel to the 1st magnetic layer. Moreover, as for the Ward current line, it is desirable to prepare so that it may pass near the 1st magnetic layer, and it is formed so that it may generally pass near the 1st magnetic layer through an insulator layer.

[0012] In this invention, a magnetic-flux control layer is prepared in order to concentrate the magnetic flux of an impression field on the 1st magnetic layer. Therefore, the location in which a magnetic-flux

control layer is prepared is a location which can centralize the magnetic flux of an impression field on the 1st magnetic layer. As a location of such a magnetic-flux control layer, a symmetric position is substantially mentioned to the 1st magnetic layer by making the Ward current line into center of symmetry. When the 1st magnetic layer is located above the 2nd magnetic layer and the Ward current line is formed above the 1st magnetic layer, the field generated from the Ward current line can be concentrated on the 1st magnetic layer by preparing a magnetic-flux control layer above the Ward current line. Moreover, the 1st magnetic layer is located under the 2nd magnetic layer, and the Ward current line can concentrate the field generated from the Ward current line on the 1st magnetic layer by preparing a magnetic-flux control layer under the Ward current line, when the 1st magnetic layer is prepared caudad.

[0013] Moreover, magnetic flux can be centralized on the 1st magnetic layer by preparing a magnetic-flux control layer in the side of the Ward current line. In this case, the effect of the impression field in the case of the writing to the adjoining memory device can be reduced by preparing between the adjoining memory devices.

[0014] Moreover, a magnetic-flux control layer may be prepared in the side of the 1st magnetic layer. The effect of the impression field to the memory cell which can be made to concentrate the magnetic flux of an impression field on the 1st magnetic layer, and adjoins can be reduced by preparing a magnetic-flux control layer in the side of the 1st magnetic layer.

[0015] Moreover, in one of the most desirable operation gestalten according to this invention, a magnetic-flux control layer surrounds the surroundings of the Ward current line, and it prepares so that the both ends of a magnetic-flux control layer may arrive at the side of the 1st magnetic layer. By preparing such a magnetic-flux control layer, the magnetic flux of the field generated from the Ward current line can be further concentrated on the 1st magnetic layer, and efficient writing can be performed by low current. Moreover, the effect of the impression field to the adjoining memory cell can be reduced.

[0016] In this invention, when a magnetic-flux control layer is prepared in the side of the 1st magnetic layer, as for the part of the magnetic-flux control layer prepared in the side of the 1st magnetic layer, it is desirable to form from the same ferromagnetic as the 1st magnetic layer. Thus, when forming a magnetic-flux control layer from the same ferromagnetic as the 1st magnetic layer, the ferromagnetic film which carried out the laminating in the process which forms the 1st magnetic layer can be used as a magnetic-flux control layer. Therefore, a production process can be simplified and a magnetic memory device can be manufactured efficiently.

[0017] The magnetic-flux control layer formed in this invention is formed from a ferromagnetic. Specifically, it can form from the alloy containing Co, Fe and nickel, or these etc. However, the ferromagnetic which forms a magnetic-flux control layer preferably is formed from the ferromagnetic which has the same or bigger permeability as the 1st magnetic layer which is a memory layer than it. A magnetic-flux control layer is formed from the same ferromagnetic as the 1st magnetic layer still more preferably.

[0018] The magnetic memory array of this invention arranges the magnetic memory device of above-mentioned this invention in the shape of a matrix, in the longitudinal direction, it is arranged so that the magneto-resistive effect film of each magnetic memory device may be electrically connected to a serial, and it is arranged in the lengthwise direction so that the common Ward current line may be arranged to each magnetic memory device.

[0019] In the above-mentioned magnetic memory array, in case information is written in, or in case information is read and carried out, in order to choose a magnetic memory device, the 2nd Ward current line which becomes common to the magnetic memory cell arranged in the longitudinal direction may be arranged. Thus, the 2nd Ward current line can be arranged, the magnetic memory which the Ward current line prolonged in a lengthwise direction and the 2nd Ward current line prolonged in a longitudinal direction intersect can be chosen, and writing and read-out of information can be performed. The field of the direction of a sink easy axis is generated for a big current relatively [line / Ward current], and, specifically, the magnetization direction of the 1st magnetic layer which is an

information recording layer is set up by these synthetic fields in the magnetic memory device which was generated and chose the small current for the field in the direction of a sink hard axis relatively [line / 2nd / Ward current].

[0020] Instead of forming the 2nd Ward current line, using the sense current passed in order to read change of resistance of the magneto-resistive effect film, a field is generated in the direction of a hard axis, and the magnetization direction of the information recording layer of the magnetic selected memory device may be set up using a synthetic field with the field from the Ward current line.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the sectional view showing one example of the magnetic memory device according to this invention. With reference to drawing 1, the GMR film 4 is constituted by forming a non-magnetic layer 2 between the 1st magnetic layer 1 and the 2nd magnetic layer 3. The GMR film 4 is coercive force difference [for example,] type GMR film, and it has the 2nd small magnetic layer 3 of coercive force relatively [magnetic layer / big / 1 / of coercive force / 1st] relatively, and by controlling the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1, information is written in and it is recorded.

[0022] Thus, the Ward current line 5 is formed above the 1st magnetic layer 1 which functions as an information recording layer. The Ward current line 5 is formed so that it may extend perpendicularly to space. The direction of an easy axis of the 1st magnetic layer 1 and the 2nd magnetic layer 3 is a direction parallel to space, and when the Ward current flows on the Ward current line 5, it can set the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 as parallel or the condition of anti-parallel of meeting in the direction of an easy axis.

[0023] In this example, the magnetic-flux control layer 6 is formed above the Ward current line 5. The magnetic-flux control layer 6 is formed from the ferromagnetic, and is formed from the same desirable ferromagnetic as the 1st magnetic layer 1. distance ***** with the magnetic-flux control layer 6 almost comparable as the Ward current line 5 and the distance between the 1st magnetic layer 1 -- it is prepared above the Ward current line 5 like. Therefore, by making the Ward current line 5 into center of symmetry, the magnetic-flux control layer 6 is formed so that it may become a symmetric position substantially to the 1st magnetic layer 1. By forming the magnetic-flux control layer 6 in such a location, the magnetic flux of the field generated from the Ward current line 5 can be centralized more on the 1st magnetic layer 1.

[0024] Drawing 2 is the sectional view showing other examples of the magnetic memory device according to this invention. In the example shown in drawing 2, the magnetic-flux control layer 6 is formed above the Ward current line 5 like the example shown in drawing 1, and the magnetic-flux control layer 7 and the magnetic-flux control layer 8 are further formed in the side of the both sides of the Ward current line 5. The magnetic-flux control layers 7 and 8 are also formed from the ferromagnetic, and are formed from the same desirable ferromagnetic as the 1st magnetic layer 1. [as well as the magnetic-flux control layer 6] In addition to the upper magnetic-flux control layer 6 of the Ward current line 5, in this example, the magnetic flux of the field generated from the Ward current line 5 can be further centralized on the 1st magnetic layer 1 by forming the magnetic-flux control layers 7 and 8 in the side of the Ward current line 5 further.

[0025] In this example, since the magnetic-flux control layers 7 and 8 are formed in the side of the both sides of the Ward current line 5, these magnetic-flux control layers can be operated as a magnetic-shielding layer to the adjoining magnetic memory device. Therefore, leakage of the field to the adjoining magnetic memory device can be reduced. Moreover, when carrying out the laminating of the magnetic memory device in the direction of three dimensions and integrating, the magnetic-flux control layer 6 prepared above the Ward current line 5 can be similarly used as a magnetic-shielding layer, and leakage of the field to the magnetic memory device by which a laminating is carried out to the upper part can be reduced.

[0026] Drawing 3 is the sectional view showing the example of further others of the magnetic memory device according to this invention. In the example shown in drawing 3, the magnetic-flux control layer 9 is formed so that the surroundings of the Ward current line 5 may be surrounded. The both ends 9a and

9b of the magnetic-flux control layer 9 are formed so that the side of the 1st magnetic layer 1 may be arrived at. The magnetic-flux control layer 9 is also formed from the ferromagnetic, and is formed from the same desirable ferromagnetic as the 1st magnetic layer 1. The magnetic flux of a field can be further centralized on the 1st magnetic layer 1 by forming the magnetic-flux control layer 9 like this example, so that the surroundings of the Ward current line 5 may be surrounded.

[0027] Moreover, since the magnetic-flux control layer 9 which consists of a ferromagnetic is formed in the side of the both sides of the Ward current line 5, it can be made to function as a magnetic-shielding layer to the adjoining magnetic memory device. Therefore, leakage of the field over the adjoining magnetic memory device can be reduced. Moreover, since the magnetic-flux control layer 9 is formed also up, when carrying out the laminating of the magnetic memory device in the direction of three dimensions and integrating, it can be made to be able to function as a magnetic-shielding layer to an upper contiguity cel, and leakage of a field can be reduced.

[0028] Drawing 4 is the sectional view showing the example of further others of the magnetic memory device according to this invention. In the example shown in drawing 4, the magnetic-flux control layer 10 is formed in the upper part of the Ward current line 5, and the side of both sides. This magnetic-flux control layer 10 is also formed from a ferromagnetic, and is formed from the same desirable ferromagnetic as the 1st magnetic layer 1. Down the both ends 10a and 10b of the magnetic-flux control layer 10, the magnetic-flux control layer 11 is formed further. This magnetic-flux control layer 11 is the magnetic film which was formed from the same magnetic film as the 1st magnetic layer 1 of the GMR film 4, and was separated from the 1st magnetic layer 1 by making an insulator layer intervene in the film formation process of a magnetic memory device. Therefore, it has the same structure as the 1st magnetic layer 1, and is formed from the same ferromagnetic. The non-magnetic layer 12 and magnetic layer 13 which were separated by making an insulator intervene in a film formation process similarly are prepared in the lower part of the magnetic-flux control layer 11. The non-magnetic layer 12 has the same diaphragm structure as a non-magnetic layer 2, and the magnetic layer 13 has the same diaphragm structure as the 2nd magnetic layer 3.

[0029] In this example, the magnetic-flux control layer for centralizing magnetic flux on the 1st magnetic layer 1 consists of a magnetic-flux control layer 10 and a magnetic-flux control layer 11. The manufacture process of a magnetic memory device can be simplified more by forming the magnetic-flux control layer 11 prepared in the side of the both sides of the 1st magnetic layer 1 from the same thin film as the 1st magnetic layer 1 like this example. Also in this example, the magnetic-flux control layers 10 and 11 can be operated as a magnetic-shielding layer for reducing leakage of the field to a contiguity cel.

[0030] Drawing 5 is the sectional view showing the example of further others of the magnetic memory device according to this invention. In the example shown in drawing 5, while the magnetic-flux control layer 6 is formed above the Ward current line 5, the magnetic-flux control layer 11 is formed in the side of the both sides of the 1st magnetic layer 1. This magnetic-flux control layer 11 is a magnetic layer formed by making an insulator layer intervene between the 1st magnetic layer 1 like the magnetic-flux control layer 11 shown in drawing 4 R> 4.

[0031] Drawing 6 is the mimetic diagram showing the condition of magnetic flux in case the magnetic-flux control layer is not prepared. As shown in drawing 6, the magnetic flux 20 of the field generated from the Ward current line 5 sets up the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 by passing along the inside of the 1st magnetic layer 1. The magnetization direction is set up in the parallel or the direction of anti-parallel in alignment with the easy axis of the 1st magnetic layer 1 by the direction of the current which flows the inside of the Ward current line 5. As shown in drawing 6, such magnetic flux 20 has a possibility of also affecting the 1st magnetic layer which is an information recording layer of the GMR film of the adjoining cel.

[0032] Drawing 7 is the mimetic diagram showing the condition of the magnetic flux at the time of preparing a magnetic-flux control layer according to this invention. In the example shown in drawing 7, like the example shown in drawing 3, the surroundings of the Ward current line 5 are surrounded and the magnetic-flux control layer 9 to which the both ends reach the 1st magnetic layer 1 is formed.

[0033] As shown in drawing 7, the magnetic flux 20 of the field generated from the Ward current line 5 passes along the inside of the magnetic-flux control layer 9 intensively. Therefore, it is controlled to pass along the inside of the 1st magnetic layer 1 intensively, and bigger magnetic field strength can be given to the 1st magnetic layer 1. Therefore, the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 is efficiently controllable also by the lower current. Therefore, information on the 1st magnetic layer 1 can be written in with a lower current. Moreover, since magnetic flux 20 can be centralized into the magnetic-flux control layer 9, leakage of the field to a contiguity cel can be reduced.

[0034] Drawing 8 - drawing 10 are the typical sectional views for explaining the writing and read-out of information in the magnetic memory device which used the GMR film. In the magnetic memory device shown in drawing 8, the GMR film has the 1st magnetic layer 1 and 2nd magnetic layer 3 which were separated by the non-magnetic layer 2, and this GMR film is coercive force difference type GMR film. On the 1st magnetic layer 1, the Ward current line 5 is formed through the insulator layer 24. The GMR film is prepared on the substrate 21 and the electrodes 22 and 23 for passing a sense current on the GMR film are formed in the both sides of the GMR film.

[0035] Drawing 9 (a) is a typical sectional view for explaining the principle of operation at the time of recording information "0" or one side of "1" on the 1st magnetic layer (information recording layer) 1. According to the flowing current, the field of the direction shown by the arrow head A generates the Ward current line 5, and it is set up in the direction which the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 shows by the arrow head by this field. Thereby, predetermined information is written in the 1st magnetic layer 1.

[0036] Drawing 9 (b) and (c) are the typical sectional views showing the principle of operation which reads the information written in as mentioned above. In order to read information, the Ward current line 5 is made to generate a sink and a field weaker than the time of writing for a current weaker than the time of writing in the direction of arrow-head A first. In addition, as for the magnetic field strength at this time, only the magnetization direction of the 2nd small magnetic layer 3 of coercive force is set up, and the magnetization direction of the 1st big magnetic layer 1 of coercive force is the magnetic field strength which becomes [being held with as, and]. Thus, since the generated field is a field of the direction of arrow-head A, the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 is set up in the direction of an arrow head shown in drawing 9 (b). Consequently, it is set up so that the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 and the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 may become parallel.

[0037] Next, as shown in drawing 9 (c), the direction of the current which flows the Ward current line 5 is made into hard flow, and the field of the direction of arrow-head B shown in drawing 9 (c) is generated. In addition, let magnetic field strength at this time as well as the time of drawing 9 (b) be the weak field which can set up only the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3. Thereby, only the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 is reversed, and the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 and the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 will be in the condition of anti-parallel.

[0038] In the condition which shows in drawing 9 (b), since the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 and the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 are parallel, the resistance of the GMR film is low. On the other hand, in the condition which shows in drawing 9 (c), since the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 and the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 are in an anti-parallel condition, the resistance of the GMR film is high. Therefore, the resistance of the sense current which flows the GMR film changes so that it may become high. Therefore, information can be read by detecting such a resistance value change.

[0039] Drawing 10 (a) shows the principle of operation at the time of recording information "0" or another side of "1." As shown in drawing 10 (a), the Ward current line 5 is made to generate the field of the direction of sink and arrow-head B for the current of drawing 9 (a) and hard flow, and it sets up in the direction which shows the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 by the arrow head by this. The magnetization direction of this 1st magnetic layer 1 is a direction contrary to drawing 9 (a). In addition, the magnetization direction of the 2nd small magnetic layer 3 of coercive force is also set up in

the same direction in this case.

[0040] Drawing 10 (b) and (c) show the principle of operation at the time of reading the information written in as mentioned above, and drawing 9 (b) and the same actuation as (c) are made. Namely, as shown in drawing 10 (b), the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 is set up in the direction which shows a current that the field of the direction of arrow-head A occurs on the Ward current line 5 by the arrow head by the sink and this. In this condition, the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 and the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 are in the condition of anti-parallel.

[0041] Next, as shown in drawing 10 (c), the current which flows on the Ward current line 5 is made into hard flow, the field of the direction of arrow-head B is generated, and only the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 is reversed by this field. Thereby, the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 and the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3 will be in an parallel condition.

[0042] By considering as the condition which shows in drawing 10 (c), it changes from the condition shown in drawing 10 (b) so that the resistance of the GMR film may become low. Therefore, the information written in the 1st magnetic layer 1 can be read by detecting resistance change of the GMR film.

[0043] As explained with reference to drawing 9 and drawing 10, the information recorded on the 1st magnetic layer 1 can be read by reversing the magnetization direction of the 2nd magnetic layer 3, and detecting whether resistance becomes large or it becomes small. Moreover, since the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 is in the condition held as it was in the case of read-out, read-out of un-destroying becomes possible.

[0044] Moreover, it is necessary to write in and read information to the magnetic memory device which chose the above magnetic memory devices in the memory array arranged in the shape of a matrix. In such a case, it sets and the writing and read-out to a magnetic memory device are performed using the synthetic field of the field by the Ward current line, and the field of this and a perpendicular direction. Specifically, the approach using the vertical field from the Ward current line and the field which compounded the horizontal field by the sense current line, the approach using the field which formed the 2nd Ward current line in the direction which intersects perpendicularly with the Ward current line, and compounded the vertical field from the Ward current line and the horizontal field from the 2nd Ward current line, etc. are mentioned.

[0045] In addition, the above-mentioned writing and actuation of read-out are the writing of a magnetic memory device which used the coercive force difference type GMR film, and an example of actuation of read-out, and this invention is not limited to the approach of such writing and read-out, and may perform writing and read-out by the other approaches of operation. Moreover, in the magnetic memory device using other GMR film, such as a spin bulb mold, writing and read-out can be performed by other approaches.

[0046] Drawing 11 is the sectional view showing the 1st example of the magnetic memory device according to this invention. On the substrate 31, the GMR film 4 which consists of the 1st magnetic layer 1 and 2nd magnetic layer 3 which were separated by the non-magnetic layer 2 is formed. This GMR film 4 is separated from the 1st adjoining magnetic layer 34, a magnetic layer 33, and the 2nd magnetic layer 32 by the insulating layer 36. Insulating layers 37 and 38 are formed on these, and the Ward current line 5 separated by these insulating layers 37 and 38 is formed above the GMR film 4. The magnetic-flux control layer 39 is formed on the insulator layer 38.

[0047] Drawing 12 and drawing 13 are the sectional views showing the production process of the magnetic memory device shown in drawing 11. With reference to drawing 12 (a), sequential formation of the 1st magnetic layer 34 which consists of a non-magnetic layer 33 which consists of the 2nd magnetic layer 32 which consists of NiFe etc. on the substrate 31 which consists of Si etc., Cu, etc., CoPt, etc. is carried out by the thin film formation approaches, such as the sputtering method.

[0048] With reference to drawing 12 (b), the resist film 35 is formed by the predetermined pattern on the 1st magnetic layer 34. With reference to drawing 12 (c), the 1st magnetic layer 34, a non-magnetic layer

33, and the 2nd magnetic layer 32 are etched by using the resist film 35 as a mask, and the field equivalent to the GMR film is separated.

[0049] drawing 13 (d) -- referring to -- next, aluminum 2O3 etc. -- from -- the becoming insulating layer 36 is deposited. Next, by carrying out lift off of the resist film 35, as shown in drawing 13 (e), the structure where the insulating layer 36 was made to intervene between the 1st ferromagnetic layer 1, a non-magnetic layer 2 and the 2nd magnetic layer 3, and the 1st ferromagnetic layer 34, a non-magnetic layer 33 and the 2nd magnetic layer 32 is acquired.

[0050] drawing 13 (f) -- referring to -- next, aluminum 2O3 etc. -- from -- after forming the becoming insulating layer 37 and forming the Ward current line 5 which consists of Cu etc. above the GMR film 4, an insulating layer 38 is formed on it. Next, the magnetic-flux control layer 39 which consists of ferromagnetics, such as CoPt or NiFe, is formed on an insulating layer 38, and it considers as the magnetic memory device of the structure shown in drawing 11 .

[0051] Drawing 14 - drawing 18 are the sectional views showing the example of others of a magnetic memory device according to this invention. In addition, in these drawings, the adjoining magnetic memory device is also illustrated collectively.

[0052] Drawing 14 is the sectional view showing the 2nd example of the magnetic memory device according to this invention. On the substrate 41 which consists of Si etc., the 2nd Ward current line 42 which consists of Cu etc. is formed. the 2nd Ward current line 42 top -- aluminum 2O3 etc. -- from -- the becoming insulating layer 43 is formed and the electrodes 44 and 45 for passing a sense current are formed on the insulating layer 43. The insulating layer 46 is formed between the electrode 44 and the electrode 45. On the insulating layer 46, the laminating of the 1st magnetic layer (hard layer) 1 which consists of a non-magnetic layer 2 which consists of the 2nd magnetic layer (software layer) 3 which consists of NiFe etc., Cu, etc., CoPt, etc. is carried out, and the GMR film is formed. between the GMR film and the GMR film of the adjoining magnetic memory device -- aluminum 2O3 etc. -- from -- the becoming magnetic layer 47 is formed.

[0053] the 1st magnetic layer 1 top -- aluminum 2O3 etc. -- from -- the becoming insulating layer 48 is formed. The Ward current line 5 which consists of Cu etc. is formed above the GMR film of this insulating layer 48. a this Ward current line 5 and insulating-layer 48 top -- aluminum 2O3 etc. -- from -- the becoming insulating layer 49 is formed. On the insulating layer 49, the magnetic-flux control layer 50 which consists of ferromagnetics, such as CoPt or NiFe, is formed.

[0054] In the magnetic memory device of this example, the Ward current line 5 and the 2nd Ward current line 42 prolonged in the direction which intersects perpendicularly with the Ward current line 5 are formed. The magnetic memory device of this example can set up the magnetization direction of the 1st magnetic layer 1 and the 2nd magnetic layer 3 by the field which compounded the vertical field produced by the Ward current line 5, and the horizontal field produced from the 2nd Ward current line 42. Moreover, the resistance value change of the GMR film is detectable with the sense current which flows an electrode 44, the GMR film, and an electrode 45. In this example, the magnetic-flux control layer 50 is formed above the Ward current line 5. Therefore, it has the same structure as the example shown in drawing 1 .

[0055] Drawing 15 is the sectional view showing the 3rd example of the magnetic memory device according to this invention. In this example, the magnetic-flux control layers 51 and 53 which consist of ferromagnetics, such as CoPt or NiFe, are formed in the side of the both sides of the Ward current line 5. Moreover, the magnetic-flux control layer 52 which consists of same ferromagnetic is formed above the Ward current line 5. About other configurations, since it is the same as that of the example shown in drawing 14 , the same reference number is attached and explanation is omitted.

[0056] In this example, the magnetic-flux control layer 52 is formed above the Ward current line 5, and the magnetic-flux control layers 51 and 53 are formed in the side of the both sides of the Ward current line 5. Therefore, it has the same structure as the example shown in drawing 2 .

[0057] Drawing 16 is the sectional view showing the 4th example of the magnetic memory device according to this invention. In this example, the magnetic-flux control layers 54 and 58 are formed in the side of the both sides of the 1st magnetic layer 1 through the insulator layer 47, the magnetic-flux

control layers 55 and 57 are formed in the side of the both sides of the Ward current line 5, and the magnetic-flux control layer 56 is further formed above the Ward current line 5. These magnetic-flux control layers are formed from ferromagnetics, such as CoPt or NiFe. These magnetic-flux control layers surround the perimeter of the Ward current line 5, and they are prepared so that the both ends may arrive at the side of the 1st magnetic layer 1. Therefore, it has the same structure as the magnetic memory device shown in drawing 3.

[0058] Drawing 17 is the sectional view showing the 5th example of the magnetic memory device according to this invention. In this example, the 1st magnetic layer 61, a non-magnetic layer 60, and the 2nd magnetic layer 59 are formed in the side of the both sides of the 1st magnetic layer 1 which constitutes the GMR film, a non-magnetic layer 2, and the 2nd magnetic layer 3 through the insulating layer 47. In this example, the 1st magnetic layer 61 prepared through an insulating layer 47 functions as a magnetic-flux control layer. Therefore, the magnetic-flux control layer 61 is formed in the side of the both sides of the 1st magnetic layer 1 through the insulating layer 47. The magnetic-flux control layers 62 and 64 are formed in the side of the both sides of the Ward current line 5. Moreover, the magnetic-flux control layer 63 is formed above the Ward current line 5. Therefore, this example has the same structure as the example shown in drawing 4.

[0059] Drawing 18 is the sectional view showing the 6th example of the magnetic memory device according to this invention. In this example, the 1st magnetic layer 61, a non-magnetic layer 60, and the 2nd magnetic layer 59 are formed in the side of the both sides of the 1st magnetic layer 1, a non-magnetic layer 2, and the 2nd magnetic layer 3 through the insulating layer 47 like the example shown in drawing 17. The 1st magnetic layer 61 functions as a magnetic-flux control layer in this example. Therefore, the magnetic-flux control layer 61 is formed in the side of the both sides of the 1st magnetic layer 1 through the insulating layer 47. Moreover, the magnetic-flux control layer 66 is formed above the Ward current line 5. Therefore, this example has the same structure as the example shown in drawing 5.

[0060] Drawing 19 - drawing 29 are the sectional views showing the process which manufactures the example shown in drawing 17. With reference to drawing 19, the 2nd Ward current line 42 is formed on a substrate 41, and an insulating layer 43 is further formed on it. On an insulating layer 43, an insulating layer 46 is formed at an electrode 44 and 45 lists.

[0061] Next, with reference to drawing 20, sequential formation of the 2nd magnetic layer 3, a non-magnetic layer 2, and the 1st magnetic layer 1 is carried out on an insulating layer 46 at an electrode 44 and electrode 45 list. Next, as shown in drawing 21, it forms on the 1st magnetic layer 1 so that it may become a predetermined pattern about the resist film 70 by the photolithography method.

[0062] Next, with reference to drawing 22, the 1st magnetic layer 1, non-magnetic layer 2, and 2nd magnetic layer 3 are etched by using the resist film 70 as a mask. Next, with reference to drawing 23, an insulating layer 47 is deposited and an insulating layer 47 is embedded in the clearance formed of etching. Next, it considers as the condition which shows in drawing 24 by carrying out lift off of the resist film 70. Next, with reference to drawing 25, the resist film 71 is formed by the predetermined pattern by the photolithography method.

[0063] Next, the ferromagnetic layer used as a magnetic-flux control layer is deposited, and the magnetic-flux control layer 62 and the magnetic-flux control layer 64 are formed. Next, as it considers as the condition which shows in drawing 27 R> 7 by carrying out lift off of the resist film 71 and is shown in drawing 28, after forming an insulating layer 48 between the magnetic-flux control layer 62 and the magnetic-flux control layer 64 and forming the Ward current line 5 above the GMR film, an insulating layer 49 is formed on it. Next, as shown in drawing 29, the magnetic-flux control layer 63 which consists of a ferromagnetic is formed on an insulating layer 49 and the magnetic-flux control layers 62 and 64.

[0064] Drawing 30 is the sectional view showing the cross section along the top face of the 1st magnetic layer 1 of the magnetic memory device obtained as mentioned above. Four memory devices are shown in drawing 30. As shown in drawing 30, the magnetic-flux control layer 61 is formed in the both sides of the longitudinal direction of the 1st magnetic layer 1 in each memory device through the insulating

layer 47. Moreover, it is prepared in the lengthwise direction so that an insulating layer 47 may intervene between the 1st magnetic layer 1 (i.e., between GMR film).

[0065] Drawing 31 is drawing showing the arrangement condition of the Ward current line 5. As shown in drawing 31, the Ward current line 5 is formed so that it may extend in the lengthwise direction of a matrix-like array, and it is formed so that it may become the common Ward current line to the 1st magnetic layer 1 in each memory cell, i.e., the GMR film.

[0066] Drawing 32 and drawing 33 are the sectional views showing the production process of the example shown in drawing 18. As shown in drawing 32 after the production process shown in drawing 19 - drawing 24, after forming an insulating layer 48, the Ward current line 5 is formed above the 1st magnetic layer 1, and an insulating layer 49 is formed on it. Next, as shown in drawing 33, the magnetic-flux control layer 66 which consists of a ferromagnetic is formed on an insulating layer 49.

[0067] The magnetic memory device shown in drawing 18 as mentioned above can be manufactured. In the above-mentioned example, although the 1st magnetic layer used as an information recording layer explained the magnetic memory device located above the 2nd magnetic layer, this invention is not limited to this and the 1st magnetic layer 1 can apply it also to the magnetic memory device using the GMR film located under the 3rd magnetic layer 3. In this case, the Ward current line can be arranged under the 1st magnetic layer through an insulator layer.

[0068] Moreover, in each above-mentioned example, although the example using the coercive force difference type GMR film as GMR film was explained, this invention is not limited to this and can be applied also to the magnetic memory device using the GMR film of others, such as a spin bulb mold. In the magnetic memory device using the GMR film of a spin bulb mold, when using a free layer as an information recording layer, this invention can be applied by arranging the Ward current line near the free layer, and preparing a magnetic-flux control layer so that a field may concentrate on a free layer.

[0069]

[Effect of the Invention] According to this invention, magnetic flux can be concentrated on the 1st magnetic layer which is an information recording layer, and information on a memory device can be written in efficiently. Moreover, the effect of the contiguity cel on [in the case of writing] can be reduced, and high integration can be attained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view showing one example of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 2] The sectional view showing other examples of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 3] The sectional view showing the example of further others of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 4] The sectional view showing the example of further others of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 5] The sectional view showing the example of further others of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 6] The typical sectional view showing the condition of the magnetic flux from the Ward current line.

[Drawing 7] The typical sectional view showing the condition of the magnetic flux in the example according to this invention.

[Drawing 8] The typical sectional view for explaining the writing of the information on a magnetic memory device, and read-out of information.

[Drawing 9] The typical sectional view for explaining the writing of the information on a magnetic memory device, and read-out of information.

[Drawing 10] The typical sectional view for explaining the writing of the information on a magnetic memory device, and read-out of information.

[Drawing 11] The sectional view showing the 1st example of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 12] The sectional view showing the production process of the example shown in drawing 11.

[Drawing 13] The sectional view showing the production process of the example shown in drawing 11.

[Drawing 14] The sectional view showing the 2nd example of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 15] The sectional view showing the 3rd example of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 16] The sectional view showing the 4th example of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 17] The sectional view showing the 5th example of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 18] The sectional view showing the 6th example of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 19] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 20] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic

memory device according to this invention.

[Drawing 21] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 22] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 23] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 24] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 25] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 26] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 27] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 28] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 29] The sectional view showing the production process of the 5th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 30] The cross-sectional view along the top face of the 1st magnetic layer in the 5th example of the magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 31] The sectional view showing the arrangement condition of the Ward current line in drawing 30 .

[Drawing 32] The sectional view showing the production process of the 6th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Drawing 33] The sectional view showing the production process of the 6th example of a magnetic memory device according to this invention.

[Description of Notations]

1 -- The 1st magnetic layer

2 -- Non-magnetic layer

3 -- The 2nd magnetic layer

4 -- Magneto-resistive effect (GMR) film

5 -- The Ward current line

6, 7, 8, 9, 10, 11 -- Magnetic-flux control layer

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-90658

(P2000-90658A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 C 11/15

識別記号

F I

G 1 1 C 11/15

テマコード* (参考)

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-255308

(22) 出願日 平成10年9月9日 (1998.9.9)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 山野 耕治

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 前田 篤志

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 高橋 誠一郎

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74) 代理人 100095382

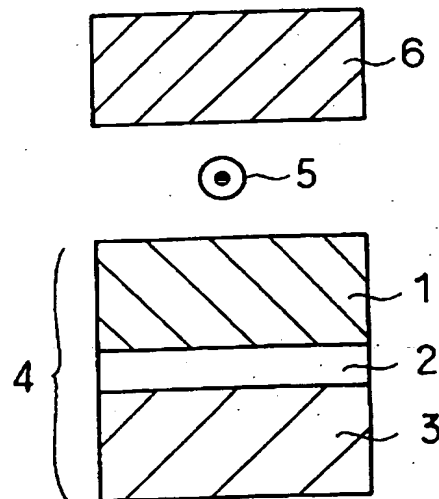
弁理士 目次 誠

(54) 【発明の名称】 磁気メモリ素子

(57) 【要約】

【課題】 メモリ素子への情報の書き込みを効率的に行うことができ、かつ書き込みの際の隣接セルへの影響を低減することができ、高集積化を図ることができる磁気メモリ素子及びそれを用いた磁気メモリアレイを得る。

【解決手段】 基板と、該基板の上方に設けられる磁気抵抗効果膜4とを備え、磁気抵抗効果膜4が、非磁性層2によって分離された第1の磁性層1及び第2の磁性層3を含み、第1の磁性層1に磁界を印加して第1の磁性層1の磁化方向を設定することにより情報を書き込み記録する磁気メモリ素子において、印加磁界の磁束を第1の磁性層1に集中させるための強磁性体からなる磁束制御層6が設けられていることを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、該基板の上方に設けられる磁気抵抗効果膜とを備え、前記磁気抵抗効果膜が、非磁性層によって分離された第 1 及び第 2 の磁性層を含み、前記第 1 の磁性層に磁界を印加して前記第 1 の磁性層の磁化方向を設定することにより情報を書き込み記録する磁気メモリ素子であって、前記印加磁界の磁束を前記第 1 の磁性層に集中させるための強磁性体からなる磁束制御層が設けられている磁気メモリ素子。

【請求項 2】 前記第 1 の磁性層に印加する磁界を発生するためのワード電流線が、前記第 1 の磁性層の近傍を通り前記第 1 の磁性層の膜面方向に沿いつつ磁化方向に対しほぼ垂直に延びるように設けられている請求項 1 に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 3】 前記磁束制御層が、前記ワード電流線に対称中心として前記第 1 の磁性層に対し実質的に対称な位置に設けられている請求項 2 に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 4】 前記第 1 の磁性層が前記第 2 の磁性層の上方に位置し、前記ワード電流線が前記第 1 の磁性層の上方に設けられており、前記ワード電流線の上方に前記磁束制御層が設けられている請求項 2 または 3 に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 5】 前記磁束制御層が前記ワード電流線の側方に設けられている請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 6】 前記磁束制御層が前記第 1 の磁性層の側方に設けられている請求項 2 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 7】 前記磁束制御層が、前記ワード電流線の周りを囲み、前記磁束制御層の両端部が前記第 1 の磁性層の側方に達するように設けられている請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 8】 前記第 1 の磁性層の側方に設けられる前記磁束制御層の部分が、前記第 1 の磁性層と同じ強磁性体から形成されている請求項 6 または 7 に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 9】 前記磁束制御層が前記第 1 の磁性層と同じもしくはそれより大きな透磁率を有する強磁性体から形成されている請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 10】 前記磁束制御層が前記第 1 の磁性層と同じ強磁性体から形成されている請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項 11】 請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の磁気メモリ素子をマトリックス状に配列した磁気メモリアレイであって、横方向には各磁気メモリ素子の磁気抵抗効果膜が電氣的に直列に接続されるように配列されており、縦方向には

各磁気メモリ素子に対して共通のワード電流線が配置されるように配列されている磁気メモリアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果、特に巨大磁気抵抗効果（GMR）を示す磁気抵抗効果膜を用いた磁気メモリ素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、高密度性、速応性、不揮発性を備えた固体記憶素子として、磁気抵抗効果を利用したランダム・アクセス・メモリが注目されている。このような磁気メモリ素子によれば、磁性層の磁化方向によって情報を記録することができ、記録情報を半永久的に保持する不揮発性メモリとすることができる。このため、例えば携帯端末やカードの情報記録素子等の各種の記録素子としての利用が期待されている。特に、巨大磁気抵抗効果（GMR）を用いた磁気メモリ素子は、GMR の高出力特性を利用することができ、高速読み出しが可能であるため期待されている。

【0003】このような GMR を用いた磁気メモリ素子は、例えば、特開平 6-243673 号公報、特開平 6-295419 号公報などに開示されている。また、具体的なセル構造としては、例えば特開平 9-91951 号公報に、書き込み線及び読み出し線などを配置した集積素子構造が開示されている。この集積素子構造においては、各メモリセルをマトリックス状に配列し、横方向には読み出し線で直列に接続すると共に、縦方向には絶縁材料を隔てて電氣的な絶縁を確保し、各セルの上に共通の書き込み線を配置している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、メモリセルの集積度が高まるにつれて、情報を書き込む際に書き込み線から発生する磁界が他の隣接セルに漏洩し、誤動作等が発生するという問題が生じる。また、メモリ素子の動作速度を高める観点から、メモリ素子への情報の書き込みをできるだけ効率的に行うことが望まれている。

【0005】本発明の目的は、メモリ素子への情報の書き込みを効率的に行うことができ、かつ書き込みの際の隣接セルへの影響を低減することができ、高集積化を図ることができる磁気メモリ素子及びそれを用いた磁気メモリアレイを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気メモリ素子は、基板と、該基板の上方に設けられる磁気抵抗効果膜とを備え、該磁気抵抗効果膜は、非磁性層によって分離された第 1 及び第 2 の磁性層を含み、該第 1 の磁性層に磁界を印加して該第 1 の磁性層の磁化方向を設定することにより情報を書き込み記録する磁気メモリ素子であって、印加磁界の磁束を第 1 の磁性層に集中させるための

強磁性体からなる磁束制御層が設けられていることを特徴としている。

【0007】本発明の磁気メモリ素子における磁気抵抗効果膜は、巨大磁気抵抗効果（GMR）を示す磁気抵抗効果膜であることが好ましく、このような磁気抵抗効果膜としては、保磁力差型、スピンバルブ型、人工格子型の各種磁気抵抗効果膜を挙げることができる。

【0008】保磁力差型の磁気抵抗効果膜は、保磁力の異なる磁性層の間に非磁性層を介在させた積層構造を有するものであり、例えば、磁性層NiFeCo／非磁性層Cu／磁性層CoPtや、磁性層NiFe／非磁性層Cu／磁性層Coなどの積層構造が挙げられる。これらの積層構造において、保磁力の大きなハード層であるCoPt層及びCo層が情報記録層として用いられる。情報記録層における磁化方向が、平行方向であるか反平行方向であるかにより、“1”または“0”が記録される。

【0009】スピンバルブ型の磁気抵抗効果膜は、非磁性層によって分離された2つの磁性層のうちの一方の磁性層に反強磁性層を積層し、反強磁性層と交換結合させた積層構造を有する。このような磁気メモリ素子においては、一方の磁性層が反強磁性層との交換結合によりピン留めされており、他方の磁性層（フリー層）の磁化方向を設定することにより情報が書き込まれる。すなわち、情報が“0”であるか“1”であるかに応じて、フリー層の磁化方向が平行または反平行となるように設定される。スピンバルブ型の磁気抵抗効果膜としては、例えば、磁性層NiFe／非磁性層Cu／磁性層NiFe／反強磁性層FeMnを積層した積層構造が挙げられる。このような積層構造の磁気抵抗効果膜においては、反強磁性層FeMn層と接触していない磁性層NiFeが情報記録層として用いられる。また、スピンバルブ型の磁気抵抗効果膜においては、非磁性層に絶縁材料を用いたトンネル型の磁気抵抗効果膜が知られており、このような磁気抵抗効果膜も本発明において用いることができる。このような磁気抵抗効果膜としては、磁性層NiFe／非磁性層Al—Al₂O₃／磁性層NiFe／反強磁性層FeMnなどが挙げられる。

【0010】人工格子型の磁気抵抗効果膜は、磁性層と非磁性層とが交互に積層され、非磁性層を介して磁性層が反強磁性的に結合した磁気抵抗効果膜であり、例えば、Co／Cuの積層構造が挙げられる。これらの磁気抵抗効果膜は、外部磁界が印加されることにより、各層の磁化が平行に整列し、反平行の場合に比べて電気抵抗が大きく減少する。

【0011】本発明の磁気メモリ素子においては、第1の磁性層に磁界を印加して第1の磁性層の磁化方向を所定の方向に設定し、これによって情報を書き込む。このような書き込みの際に印加する磁界を発生するための手段として、磁気メモリ素子においては、一般に、書き込み

電流（ワード電流）を流すためワード電流線が設けられる。ワード電流線は、好ましくは、第1の磁性層の近傍を通り第1の磁性層の膜面方向に沿いつつ磁化方向に対しほぼ垂直に延びるように設けられる。一般に第1の磁性層及び第2の磁性層は、長方形の形状に形成されて形状異方性が付与されており、長方形の長手方向が磁化容易軸となるように設定されている。従って、情報を書き込む際に磁化される方向は、この磁化容易軸に沿う平行または反平行となるように設定される。ワード電流線を、この磁化方向に対しほぼ垂直に延びるように設けることにより、第1の磁性層に対し平行または反平行の磁化方向となるように磁界を印加することができる。また、ワード電流線は第1の磁性層の近傍を通るように設けることが好ましく、一般には絶縁膜を介して第1の磁性層の近傍を通るように設ける。

【0012】本発明において、磁束制御層は、印加磁界の磁束を第1の磁性層に集中するため設けられる。従って、磁束制御層が設けられる位置は、第1の磁性層に印加磁界の磁束を集中させることができる位置である。このような磁束制御層の位置としては、ワード電流線を対称中心として第1の磁性層に対し実質的に対称な位置が挙げられる。第1の磁性層が第2の磁性層の上方に位置し、ワード電流線が第1の磁性層の上方に設けられている場合には、ワード電流線の上方に磁束制御層を設けることにより、ワード電流線から発生する磁界を第1の磁性層に集中することができる。また、第1の磁性層が第2の磁性層の下方に位置し、ワード電流線が第1の磁性層の下方に設けられている場合には、ワード電流線の下方に磁束制御層を設けることにより、ワード電流線から発生する磁界を第1の磁性層に集中することができる。

【0013】また、磁束制御層を、ワード電流線の側方に設けることにより第1の磁性層に磁束を集中させることができる。この場合、隣接するメモリ素子との間に設けることにより、隣接するメモリ素子への書き込みの際の印加磁界の影響を低減することができる。

【0014】また、磁束制御層を、第1の磁性層の側方に設けてもよい。磁束制御層を、第1の磁性層の側方に設けることにより、第1の磁性層に印加磁界の磁束を集中させることができ、また隣接するメモリセルへの印加磁界の影響を低減することができる。

【0015】また、本発明に従う最も好ましい実施形態の1つにおいては、磁束制御層が、ワード電流線のまわりを囲み、磁束制御層の両端部が第1の磁性層の側方に達するように設ける。このような磁束制御層を設けることにより、ワード電流線から発生する磁界の磁束を第1の磁性層にさらに集中することができ、低電流で効率的な書き込みを行うことができる。また、隣接するメモリセルへの印加磁界の影響を低減することができる。

【0016】本発明において、磁束制御層が第1の磁性層の側方に設けられる場合、第1の磁性層の側方に設け

られる磁束制御層の部分は、第1の磁性層と同じ強磁性体から形成することが好ましい。このように第1の磁性層と同じ強磁性体から磁束制御層を形成する場合、第1の磁性層を形成する工程において積層した強磁性体膜を、磁束制御層として用いることができる。従って、製造工程を簡略化することができ、効率的に磁気メモリ素子を製造することができる。

【0017】本発明において形成する磁束制御層は、強磁性体から形成される。具体的には、Co、Fe、及びNiまたはこれらを含む合金などから形成することができる。しかしながら、好ましくは磁束制御層を形成する強磁性体は、メモリ層である第1の磁性層と同じもしくはそれより大きな透磁率を有する強磁性体から形成される。さらに好ましくは、磁束制御層は、第1の磁性層と同じ強磁性体から形成される。

【0018】本発明の磁気メモリアレイは、上記本発明の磁気メモリ素子をマトリックス状に配列し、横方向には各磁気メモリ素子の磁気抵抗効果膜が電氣的に直列に接続されるように配列されており、縦方向には各磁気メモリ素子に対して共通のワード電流線が配置されるように配列されている。

【0019】上記の磁気メモリアレイにおいて、情報を書き込む際または情報を読み出す際磁気メモリ素子を選択するため、横方向に配列された磁気メモリセルに対して共通となる第2のワード電流線を配置してもよい。このように第2のワード電流線を配置し、縦方向に延びるワード電流線と横方向に延びる第2のワード電流線の交差する磁気メモリを選択して情報の書き込み及び読み出しを行うことができる。具体的には、ワード電流線に相対的に大きな電流を流し磁化容易軸方向の磁界を発生させ、第2のワード電流線に相対的に小さな電流を流し磁化困難軸方向に磁界を発生させ、選択した磁気メモリ素子において、これらの合成磁界により情報記録層である第1の磁性層の磁化方向を設定する。

【0020】第2のワード電流線を設ける代わりに、磁気抵抗効果膜の抵抗の変化を読み取るために流すセンス電流を用いて、磁化困難軸方向に磁界を発生させ、ワード電流線からの磁界との合成磁界を用いて、選択した磁気メモリ素子の情報記録層の磁化方向を設定してもよい。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に従う磁気メモリ素子の一実施例を示す断面図である。図1を参照して、GMR膜4は、第1の磁性層1と第2の磁性層3の間に非磁性層2を設けることにより構成されている。GMR膜4は、例えば保磁力差型のGMR膜であり、相対的に保磁力の大きな第1の磁性層1と相対的に保磁力の小さな第2の磁性層3を有しており、第1の磁性層1の磁化方向を制御することにより、情報が書き込まれ記録される。

【0022】このように情報記録層として機能する第1の磁性層1の上方に、ワード電流線5が設けられている。ワード電流線5は、紙面に対し垂直方向に延びるように設けられている。第1の磁性層1及び第2の磁性層3の磁化容易軸方向は、紙面に平行な方向であり、ワード電流線5にワード電流が流れることにより、第1の磁性層1の磁化方向を、その磁化容易軸方向に沿う平行または反平行の状態に設定することができる。

【0023】本実施例においては、ワード電流線5の上方に磁束制御層6が設けられている。磁束制御層6は、強磁性体から形成されており、好ましくは第1の磁性層1と同じ強磁性体から形成されている。磁束制御層6は、ワード電流線5と第1の磁性層1の間の距離とほぼ同程度の距離離れるようにワード電流線5の上方に設けられている。従って、磁束制御層6は、ワード電流線5を対称中心として、第1の磁性層1に対し実質的に対称な位置となるように設けられている。磁束制御層6をこのような位置に設けることにより、ワード電流線5から発生した磁界の磁束を、より第1の磁性層1に集中させることができる。

【0024】図2は、本発明に従う磁気メモリ素子の他の実施例を示す断面図である。図2に示す実施例においては、図1に示す実施例と同様にワード電流線5の上方に磁束制御層6が設けられており、さらにワード電流線5の両側の側方に磁束制御層7及び磁束制御層8が設けられている。磁束制御層7及び8も、磁束制御層6と同様に、強磁性体から形成されており、好ましくは第1の磁性層1と同じ強磁性体から形成されている。本実施例においては、ワード電流線5の上方の磁束制御層6に加えて、さらにワード電流線5の側方に磁束制御層7及び8を設けることにより、ワード電流線5から発生する磁界の磁束をさらに第1の磁性層1に集中させることができる。

【0025】本実施例においては、ワード電流線5の両側の側方に磁束制御層7及び8が設けられているので、隣接する磁気メモリ素子に対してこれらの磁束制御層を磁気シールド層として機能させることができる。従って、隣接する磁気メモリ素子への磁界の漏洩を低減することができる。また、磁気メモリ素子を三次元方向に積層して集積化する場合、ワード電流線5の上方に設けられている磁束制御層6も同様に磁気シールド層として用いることができ、上方に積層される磁気メモリ素子への磁界の漏洩を低減することができる。

【0026】図3は、本発明に従う磁気メモリ素子のさらに他の実施例を示す断面図である。図3に示す実施例においては、ワード電流線5のまわりを囲むように磁束制御層9が設けられている。磁束制御層9の両端部9a及び9bは、第1の磁性層1の側方に達するように設けられている。磁束制御層9も、強磁性体から形成されており、好ましくは第1の磁性層1と同じ強磁性体から形

成されている。本実施例のように、ワード電流線5のまわりを囲むように磁束制御層9を設けることにより、さらに磁界の磁束を第1の磁性層1に集中させることができる。

【0027】また、ワード電流線5の両側の側方に強磁性体からなる磁束制御層9が設けられているので、隣接する磁気メモリ素子に対して磁気シールド層として機能させることができる。従って、隣接する磁気メモリ素子に対する磁界の漏洩を低減することができる。また、上方にも磁束制御層9が設けられているので、磁気メモリ素子を三次元方向に積層して集積化する場合においても、上方の隣接セルに対し磁気シールド層として機能させることができ、磁界の漏洩を低減することができる。

【0028】図4は、本発明に従う磁気メモリ素子のさらに他の実施例を示す断面図である。図4に示す実施例においては、ワード電流線5の上方及び両側の側方に、磁束制御層10が設けられている。この磁束制御層10も、強磁性体から形成され、好ましくは第1の磁性層1と同じ強磁性体から形成される。磁束制御層10の両端部10a及び10bの下方には、さらに磁束制御層11が設けられている。この磁束制御層11は、GMR膜4の第1の磁性層1と同一の磁性膜から形成されたものであり、磁気メモリ素子の薄膜形成工程において、絶縁膜を介在させることにより第1の磁性層1から分離された磁性膜である。従って、第1の磁性層1と同じ構造を有しており、同じ強磁性体から形成されている。磁束制御層11の下方には、同様に薄膜形成工程において絶縁体を介在させることにより分離された非磁性層12及び磁性層13が設けられている。非磁性層12は非磁性層2と同一の薄膜構造を有しており、磁性層13は第2の磁性層3と同一の薄膜構造を有している。

【0029】本実施例においては、磁束制御層10及び磁束制御層11から、第1の磁性層1に磁束を集中させるための磁束制御層が構成されている。本実施例のように、第1の磁性層1の両側の側方に設けられる磁束制御層11を、第1の磁性層1と同じ薄膜から形成することにより、磁気メモリ素子の製造プロセスをより簡単にすることができる。本実施例においても、磁束制御層10及び11を、隣接セルへの磁界の漏洩を低減するための磁気シールド層として機能させることができる。

【0030】図5は、本発明に従う磁気メモリ素子のさらに他の実施例を示す断面図である。図5に示す実施例においては、ワード電流線5の上方に磁束制御層6が設けられると共に、第1の磁性層1の両側の側方に磁束制御層11が設けられている。この磁束制御層11は、図4に示す磁束制御層11と同様に、第1の磁性層1との間に絶縁膜を介在させることにより形成される磁性層である。

【0031】図6は、磁束制御層が設けられていない場合の磁束の状態を示す模式図である。図6に示すよう

に、ワード電流線5から発生する磁界の磁束20は、第1の磁性層1中を通ることにより、第1の磁性層1の磁化方向を設定する。ワード電流線5中を流れる電流の方向により、第1の磁性層1の磁化容易軸に沿う平行または反平行の方向に磁化方向が設定される。図6に示すように、このような磁束20は、隣接するセルのGMR膜の情報記録層である第1の磁性層1にも影響を与えるおそれがある。

【0032】図7は、本発明に従い磁束制御層を設けた場合の磁束の状態を示す模式図である。図7に示す実施例では、図3に示す実施例と同様に、ワード電流線5のまわりを囲み、その両端部が第1の磁性層1に到達する磁束制御層9が設けられている。

【0033】図7に示すように、ワード電流線5から発生した磁界の磁束20は、磁束制御層9中を集中的に通る。従って、第1の磁性層1中を集中的に通るように制御され、第1の磁性層1に対しより大きな磁界強度を与えることができる。従って、より低い電流でも効率的に第1の磁性層1の磁化方向を制御することができる。従って、より低い電流で第1の磁性層1への情報の書き込みを行うことができる。また、磁束20を磁束制御層9中に集中させることができるので、隣接セルへの磁界の漏洩を低減させることができる。

【0034】図8～図10は、GMR膜を用いた磁気メモリ素子における情報の書き込み及び読み出しを説明するための模式的断面図である。図8に示す磁気メモリ素子において、GMR膜は、非磁性層2によって分離された第1の磁性層1及び第2の磁性層3を有しており、このGMR膜は、保磁力差型のGMR膜である。第1の磁性層1の上には絶縁膜24を介してワード電流線5が設けられている。GMR膜は基板21の上に設けられており、GMR膜の両側には、GMR膜にセンス電流を流すための電極22及び23が設けられている。

【0035】図9(a)は、第1の磁性層(情報記録層)1に、情報“0”または“1”の一方を記録する際の動作原理を説明するための模式的断面図である。ワード電流線5を流れる電流により、矢印Aで示す方向の磁界が発生し、この磁界により第1の磁性層1の磁化方向が矢印で示す方向に設定される。これにより所定の情報が第1の磁性層1に書き込まれる。

【0036】図9(b)及び(c)は、以上のようにして書き込まれた情報を読み出す動作原理を示す模式的断面図である。情報を読み出すには、まずワード電流線5に書き込みの際よりも弱い電流を流し、書き込みの際よりも弱い磁界を矢印A方向に発生させる。なお、この時の磁界強度は、保磁力の小さな第2の磁性層3の磁化方向のみが設定され、保磁力の大きな第1の磁性層1の磁化方向は保持されたままとなるような磁界強度である。このようにして発生した磁界は、矢印A方向の磁界であるので、第2の磁性層3の磁化方向が図9(b)に示す

矢印方向に設定される。この結果、第1の磁性層1の磁化方向と第2の磁性層3の磁化方向が平行になるように設定される。

【0037】次に、図9(c)に示すように、ワード電流線5を流れる電流の方向を逆方向とし、図9(c)に示す矢印B方向の磁界を発生させる。なお、この時の磁界強度も、図9(b)の時と同様に、第2の磁性層3の磁化方向のみを設定することができる弱い磁界とする。これにより、第2の磁性層3の磁化方向のみが反転し、第1の磁性層1の磁化方向と、第2の磁性層3の磁化方向とが反平行の状態となる。

【0038】図9(b)に示す状態においては、第1の磁性層1の磁化方向と第2の磁性層3の磁化方向は平行方向であるので、GMR膜の抵抗値は低くなっている。これに対し、図9(c)に示す状態においては、第1の磁性層1の磁化方向と第2の磁性層3の磁化方向は反平行状態であるので、GMR膜の抵抗値は高くなっている。従って、GMR膜を流れるセンス電流の抵抗値は、高くなるように変化する。従って、このような抵抗値の変化を検出することにより情報を読み出すことができる。

【0039】図10(a)は、情報“0”または“1”の他方を記録する際の動作原理を示している。図10(a)に示すように、図9(a)と逆方向の電流をワード電流線5に流し、矢印B方向の磁界を発生させ、これによって第1の磁性層1の磁化方向を矢印で示す方向に設定する。この第1の磁性層1の磁化方向は、図9(a)と逆の方向となっている。なお、この際、保磁力の小さな第2の磁性層3の磁化方向も同一の方向に設定される。

【0040】図10(b)及び(c)は、以上のようにして書き込まれた情報を読み出す際の動作原理を示しており、図9(b)及び(c)と同様の動作がなされる。すなわち、図10(b)に示すように、ワード電流線5に矢印A方向の磁界が発生するように電流を流し、これによって第2の磁性層3の磁化方向を矢印で示す方向に設定する。この状態において、第1の磁性層1の磁化方向と第2の磁性層3の磁化方向は反平行の状態となっている。

【0041】次に、図10(c)に示すように、ワード電流線5に流れる電流を逆方向にし、矢印B方向の磁界を発生させ、この磁界により第2の磁性層3の磁化方向のみを反転させる。これにより第1の磁性層1の磁化方向と第2の磁性層3の磁化方向が平行な状態となる。

【0042】図10(b)に示す状態から、図10(c)に示す状態とすることにより、GMR膜の抵抗値が低くなるように変化する。従って、GMR膜の抵抗変化を検出することにより、第1の磁性層1に書き込まれた情報を読み出すことができる。

【0043】図9及び図10を参照して説明したよう

に、第2の磁性層3の磁化方向を反転させ、抵抗値が大きくなるかまたは小さくなるかを検出することにより、第1の磁性層1に記録された情報を読み出すことができる。また、読み出しの際、第1の磁性層1の磁化方向はそのまま保持された状態であるので、非破壊の読み出しが可能となる。

【0044】また、上記のような磁気メモリ素子をマトリックス状に配置したメモリアレイにおいては、選択した磁気メモリ素子に情報を書き込み読み出す必要がある。このような場合において、ワード電流線による磁界と、これと垂直方向の磁界の合成磁界を用いて、磁気メモリ素子に対する書き込み及び読み出しを行う。具体的には、ワード電流線からの縦磁界とセンス電流線による横磁界を合成した磁界を用いる方法や、ワード電流線と直交する方向に第2のワード電流線を設け、ワード電流線からの縦磁界と第2のワード電流線からの横磁界を合成した磁界を用いる方法などが挙げられる。

【0045】なお、上記の書き込み及び読み出しの動作は、保磁力差型のGMR膜を用いた磁気メモリ素子の書き込み及び読み出しの動作の一例であり、本発明はこのような書き込み及び読み出しの方法に限定されるものではなく、その他の動作方法で書き込み及び読み出しを行ってもよい。また、スピンバルブ型などの他のGMR膜を用いた磁気メモリ素子においては、他の方法で書き込み及び読み出しを行うことができる。

【0046】図11は、本発明に従う磁気メモリ素子の第1の実施例を示す断面図である。基板31の上には、非磁性層2によって分離された第1の磁性層1及び第2の磁性層3からなるGMR膜4が設けられている。このGMR膜4は、絶縁層36によって、隣接する第1の磁性層34、磁性層33、第2の磁性層32から分離されている。これらの上には、絶縁層37及び38が設けられており、GMR膜4の上方には、これらの絶縁層37及び38によって分離されたワード電流線5が設けられている。絶縁層38の上には磁束制御層39が設けられている。

【0047】図12及び図13は、図11に示す磁気メモリ素子の製造工程を示す断面図である。図12(a)を参照して、Siなどからなる基板31の上に、NiFeなどからなる第2の磁性層32、Cuなどからなる非磁性層33、及びCoPtなどからなる第1の磁性層34をスパッタリング法などの薄膜形成方法により順次形成する。

【0048】図12(b)を参照して、第1の磁性層34の上に、所定のパターンでレジスト膜35を設ける。図12(c)を参照して、レジスト膜35をマスクとして第1の磁性層34、非磁性層33、及び第2の磁性層32をエッチングし、GMR膜に相当する領域を分離する。

【0049】図13(d)を参照して、次に、Al、O

、などからなる絶縁層36を堆積する。次に、レジスト膜35をリフトオフすることにより、図13(e)に示すように、第1の強磁性層1、非磁性層2及び第2の磁性層3と、第1の強磁性層34、非磁性層33及び第2の磁性層32の間に絶縁層36を介在させた構造を得る。

【0050】図13(f)を参照して、次に、Al、O、などからなる絶縁層37を形成し、GMR膜4の上方にCuなどからなるワード電流線5を形成した後、絶縁層38をその上に形成する。次に、絶縁層38の上にC

oPtまたはNiFeなどの強磁性体からなる磁束制御層39を形成し、図11に示す構造の磁気メモリ素子とする。

【0051】図14～図18は、本発明に従う磁気メモリ素子のその他の実施例を示す断面図である。なお、これらの図面においては、隣接する磁気メモリ素子も併せて図示している。

【0052】図14は、本発明に従う磁気メモリ素子の第2の実施例を示す断面図である。Siなどからなる基板41の上には、Cuなどからなる第2のワード電流線42が設けられている。第2のワード電流線42の上には、Al、O、などからなる絶縁層43が設けられており、絶縁層43の上には、センス電流を流すための電極44及び45が設けられている。電極44と電極45の間には絶縁層46が設けられている。絶縁層46の上には、NiFeなどからなる第2の磁性層(ソフト層)3、Cuなどからなる非磁性層2、及びCoPtなどからなる第1の磁性層(ハード層)1が積層されており、GMR膜が形成されている。GMR膜と、隣接する磁気メモリ素子のGMR膜との間には、Al、O、などからなる磁性層47が形成されている。

【0053】第1の磁性層1の上には、Al、O、などからなる絶縁層48が形成されている。この絶縁層48のGMR膜の上方には、Cuなどからなるワード電流線5が形成されている。このワード電流線5及び絶縁層48の上には、Al、O、などからなる絶縁層49が形成されている。絶縁層49の上には、CoPtまたはNiFeなどの強磁性体からなる磁束制御層50が設けられている。

【0054】本実施例の磁気メモリ素子においては、ワード電流線5と、ワード電流線5と直交する方向に延びる第2のワード電流線42が設けられている。本実施例の磁気メモリ素子は、ワード電流線5により生じる縦磁界と、第2のワード電流線42から生じる横磁界とを合成した磁界により、第1の磁性層1及び第2の磁性層3の磁化方向を設定することができる。また、電極44、GMR膜、及び電極45を流れるセンス電流により、GMR膜の抵抗値の変化を検出することができる。本実施例においては、ワード電流線5の上方に磁束制御層50が設けられている。従って、図1に示す実施例と同様の

構造を有している。

【0055】図15は、本発明に従う磁気メモリ素子の第3の実施例を示す断面図である。本実施例においては、ワード電流線5の両側の側方に、CoPtまたはNiFeなどの強磁性体からなる磁束制御層51及び53が設けられている。また、ワード電流線5の上方には、同様の強磁性体からなる磁束制御層52が設けられている。その他の構成については、図14に示す実施例と同様であるので、同一の参照番号を付して説明を省略する。

【0056】本実施例においては、ワード電流線5の上方に磁束制御層52が設けられており、ワード電流線5の両側の側方に磁束制御層51及び53が設けられている。従って、図2に示す実施例と同様の構造を有している。

【0057】図16は、本発明に従う磁気メモリ素子の第4の実施例を示す断面図である。本実施例においては、第1の磁性層1の両側の側方に絶縁層47を介して磁束制御層54及び58が設けられており、ワード電流線5の両側の側方に磁束制御層55及び57が設けられており、さらにワード電流線5の上方に磁束制御層56が設けられている。これらの磁束制御層は、CoPtまたはNiFeなどの強磁性体から形成される。これらの磁束制御層は、ワード電流線5の周囲を囲み、その両端部が第1の磁性層1の側方に達するように設けられている。従って、図3に示す磁気メモリ素子と同様の構造を有している。

【0058】図17は、本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例を示す断面図である。本実施例においては、GMR膜を構成する第1の磁性層1、非磁性層2、及び第2の磁性層3の両側の側方に絶縁層47を介して、第1の磁性層61、非磁性層60、及び第2の磁性層59が設けられている。本実施例において、絶縁層47を介して設けられる第1の磁性層61は、磁束制御層として機能する。従って、第1の磁性層1の両側の側方に、絶縁層47を介して磁束制御層61が設けられている。ワード電流線5の両側の側方には磁束制御層62及び64が設けられている。また、ワード電流線5の上方には磁束制御層63が設けられている。従って、本実施例は図4に示す実施例と同様の構造を有している。

【0059】図18は、本発明に従う磁気メモリ素子の第6の実施例を示す断面図である。本実施例においては、図17に示す実施例と同様に、第1の磁性層1、非磁性層2、及び第2の磁性層3の両側の側方に、第1の磁性層61、非磁性層60、及び第2の磁性層59が絶縁層47を介して設けられている。第1の磁性層61は、本実施例において磁束制御層として機能する。従って、第1の磁性層1の両側の側方には、絶縁層47を介して磁束制御層61が設けられている。また、ワード電流線5の上方には磁束制御層66が設けられている。従

って、本実施例は、図5に示す実施例と同様の構造を有している。

【0060】図19～図29は、図17に示す実施例を製造する工程を示す断面図である。図19を参照して、基板41の上に、第2のワード電流線42を形成し、さらにその上に絶縁層43を形成する。絶縁層43の上には、電極44及び45並びに絶縁層46を形成する。

【0061】次に、図20を参照して、電極44及び電極45並びに絶縁層46の上に、第2の磁性層3、非磁性層2、第1の磁性層1を順次形成する。次に、図21に示すように、フォトリソグラフィ法によりレジスト膜70を所定のパターンとなるように第1の磁性層1の上に形成する。

【0062】次に、図22を参照して、レジスト膜70をマスクとして、第1の磁性層1、非磁性層2及び第2の磁性層3をエッチングする。次に、図23を参照して、絶縁層47を堆積し、エッチングにより形成された隙間に絶縁層47を埋め込む。次に、レジスト膜70をリフトオフすることにより、図24に示す状態とする。次に、図25を参照して、レジスト膜71をフォトリソグラフィ法により所定のパターンで形成する。

【0063】次に、磁束制御層となる強磁性層を堆積し、磁束制御層62及び磁束制御層64を形成する。次に、レジスト膜71をリフトオフすることにより、図27に示す状態とし、図28に示すように、磁束制御層62と磁束制御層64の間に絶縁層48を形成し、GMR膜の上方にワード電流線5を形成した後、その上に絶縁層49を形成する。次に、図29に示すように、絶縁層49及び磁束制御層62及び64の上に、強磁性体からなる磁束制御層63を形成する。

【0064】図30は、以上のようにして得られた磁気メモリ素子の第1の磁性層1の上面に沿う横断面を示す断面図である。図30においては、4つのメモリ素子を示している。図30に示すように、各メモリ素子における第1の磁性層1の横方向の両側には、絶縁層47を介して磁束制御層61が設けられている。また、縦方向には、第1の磁性層1の間、すなわちGMR膜の間に絶縁層47が介在するように設けられている。

【0065】図31は、ワード電流線5の配置状態を示す図である。図31に示すように、ワード電流線5は、マトリックス状配列の縦方向に延びるように設けられており、各メモリセルにおける第1の磁性層1、すなわちGMR膜に対し共通のワード電流線となるように設けられている。

【0066】図32及び図33は、図18に示す実施例の製造工程を示す断面図である。図19～図24に示す製造工程の後、図32に示すように、絶縁層48を形成した後、第1の磁性層1の上方にワード電流線5を形成し、その上に絶縁層49を形成する。次に、図33に示すように、絶縁層49の上に、強磁性体からなる磁束制

御層66を形成する。

【0067】以上のようにして、図18に示す磁気メモリ素子を製造することができる。上記の実施例においては、情報記録層となる第1の磁性層が第2の磁性層の上方に位置する磁気メモリ素子について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、第1の磁性層1が第3の磁性層3の下方に位置するGMR膜を用いた磁気メモリ素子にも適用することができるものである。この場合、例えば、ワード電流線は、絶縁膜を介して第1の磁性層の下方に配置することができる。

【0068】また、上記の各実施例においては、GMR膜として、保磁力差型のGMR膜を用いた例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、スピンバルブ型などのその他のGMR膜を用いた磁気メモリ素子にも適用することができるものである。スピンバルブ型のGMR膜を用いた磁気メモリ素子においては、フリー層を情報記録層として用いる場合、フリー層の近傍にワード電流線を配置し、フリー層に境界が集中するように磁束制御層を設けることにより、本発明を適用することができる。

【0069】

【発明の効果】本発明によれば、情報記録層である第1の磁性層に磁束を集中することができ、メモリ素子への情報の書き込みを効率的に行うことができる。また、書き込みの際の隣接セルへの影響を低減することができ、高集積化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う磁気メモリ素子の一実施例を示す断面図。

【図2】本発明に従う磁気メモリ素子の他の実施例を示す断面図。

【図3】本発明に従う磁気メモリ素子のさらに他の実施例を示す断面図。

【図4】本発明に従う磁気メモリ素子のさらに他の実施例を示す断面図。

【図5】本発明に従う磁気メモリ素子のさらに他の実施例を示す断面図。

【図6】ワード電流線からの磁束の状態を示す模式的断面図。

【図7】本発明に従う実施例における磁束の状態を示す模式的断面図。

【図8】磁気メモリ素子への情報の書き込み及び情報の読み出しを説明するための模式的断面図。

【図9】磁気メモリ素子への情報の書き込み及び情報の読み出しを説明するための模式的断面図。

【図10】磁気メモリ素子への情報の書き込み及び情報の読み出しを説明するための模式的断面図。

【図11】本発明に従う磁気メモリ素子の第1の実施例を示す断面図。

【図12】図11に示す実施例の製造工程を示す断面

図。

【図13】図11に示す実施例の製造工程を示す断面図。

【図14】本発明に従う磁気メモリ素子の第2の実施例を示す断面図。

【図15】本発明に従う磁気メモリ素子の第3の実施例を示す断面図。

【図16】本発明に従う磁気メモリ素子の第4の実施例を示す断面図。

【図17】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例を示す断面図。 10

【図18】本発明に従う磁気メモリ素子の第6の実施例を示す断面図。

【図19】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図20】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図21】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図22】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。 20

【図23】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図24】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

*【図25】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図26】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図27】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図28】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図29】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例の製造工程を示す断面図。

【図30】本発明に従う磁気メモリ素子の第5の実施例における第1の磁性層の上面に沿う横断面図。

【図31】図30においてワード電流線の配置状態を示す断面図。

【図32】本発明に従う磁気メモリ素子の第6の実施例の製造工程を示す断面図。

【図33】本発明に従う磁気メモリ素子の第6の実施例の製造工程を示す断面図。

【符号の説明】

1…第1の磁性層

2…非磁性層

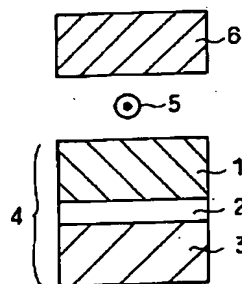
3…第2の磁性層

4…磁気抵抗効果(GMR)膜

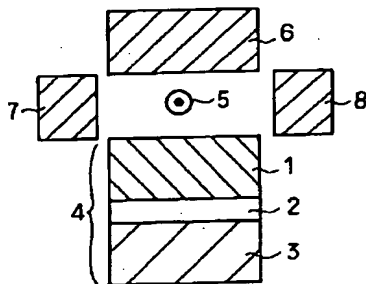
5…ワード電流線

* 6, 7, 8, 9, 10, 11…磁束制御層

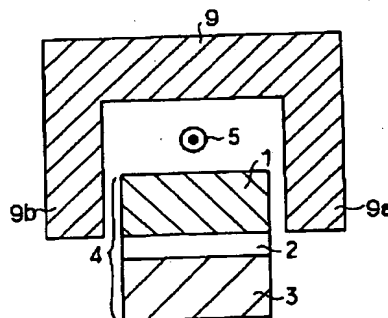
【図1】



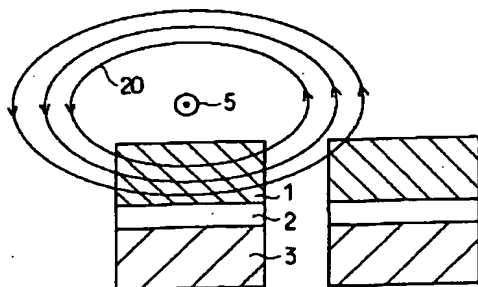
【図2】



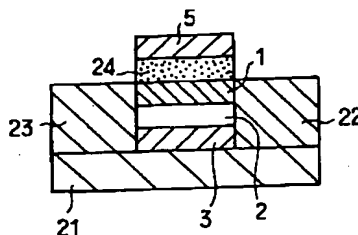
【図3】



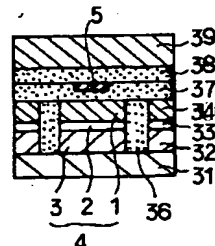
【図6】



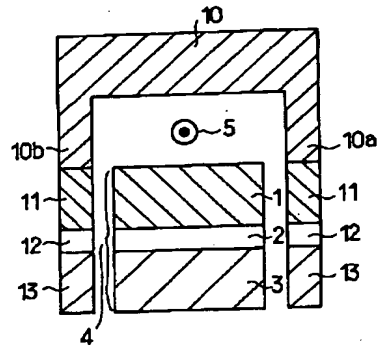
【図8】



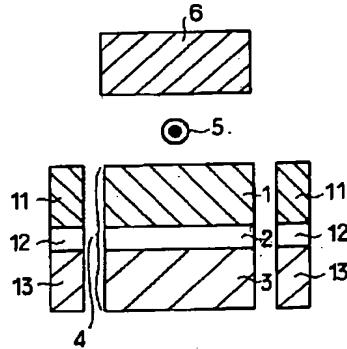
【図11】



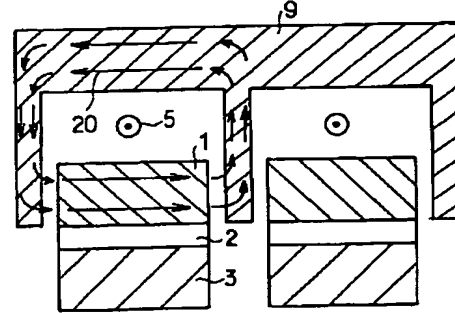
【図 4】



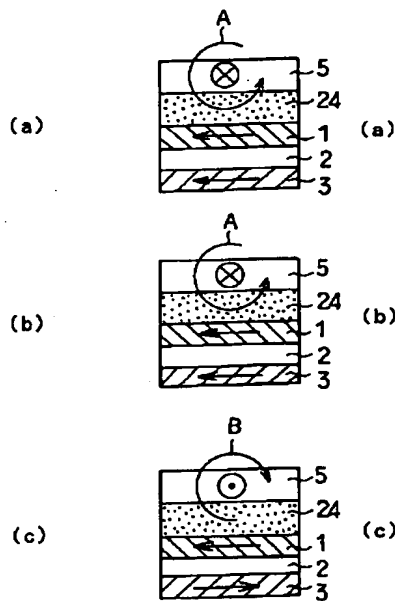
【図 5】



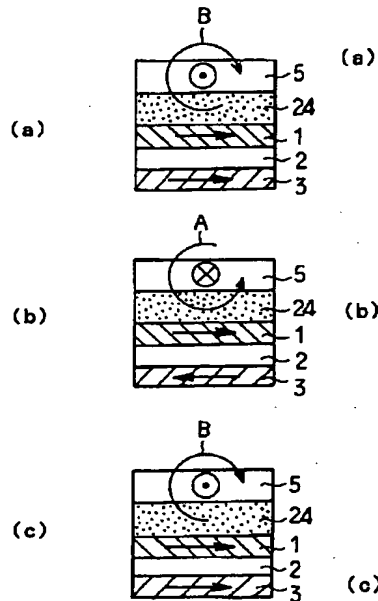
【図 7】



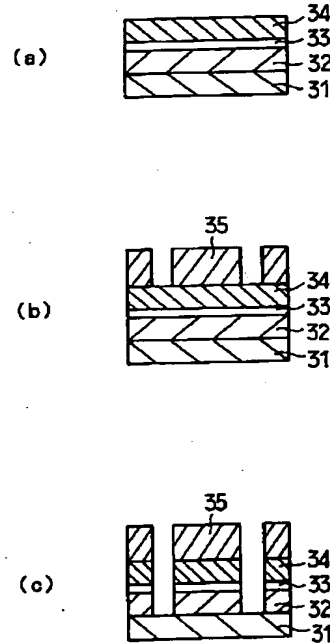
【図 9】



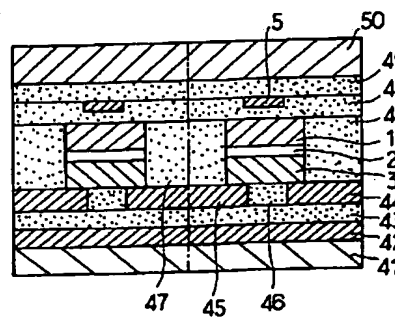
【図 10】



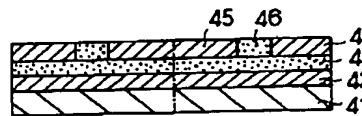
【図 12】



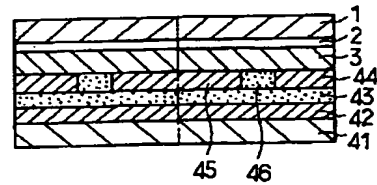
【図 14】



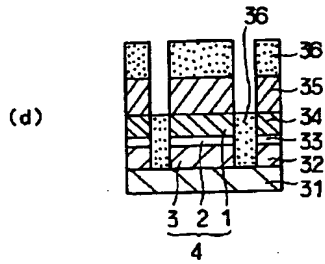
【図 19】



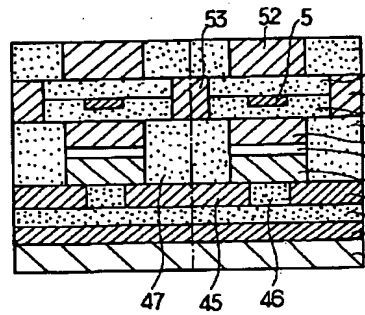
【図 20】



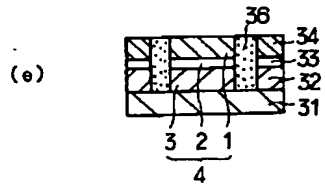
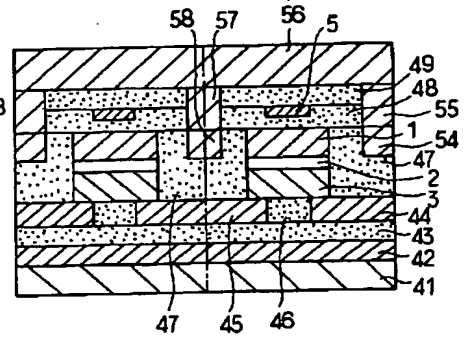
【図13】



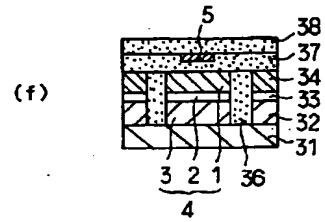
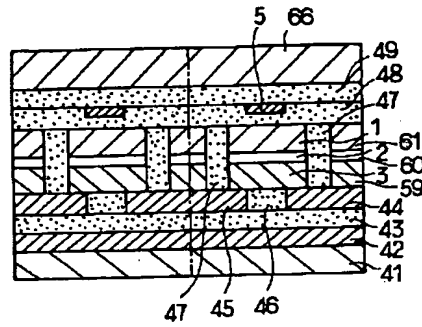
【図15】



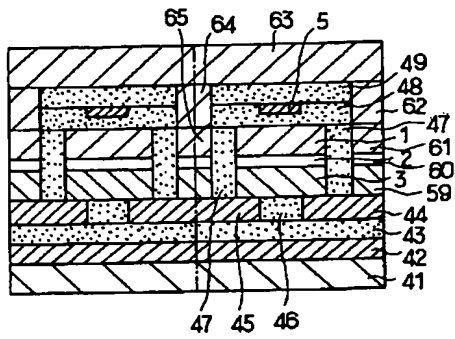
【図16】



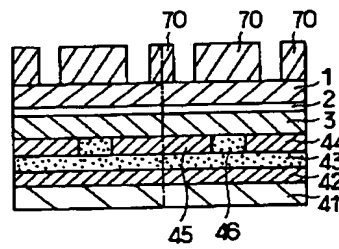
【図18】



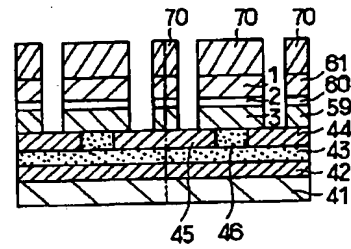
【図17】



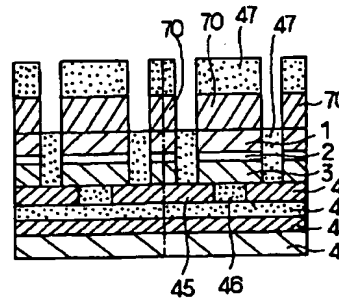
【図21】



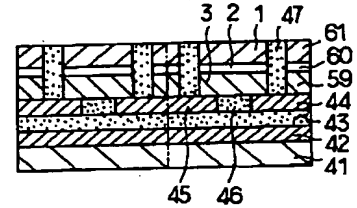
【図22】



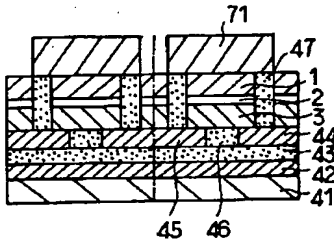
【図23】



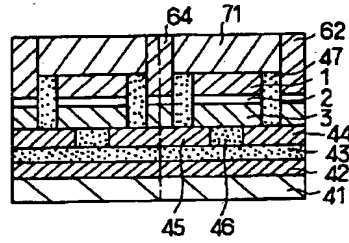
【図24】



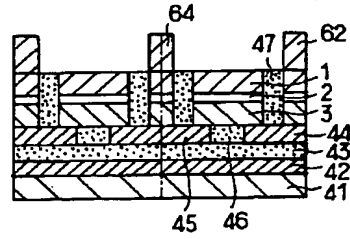
【図25】



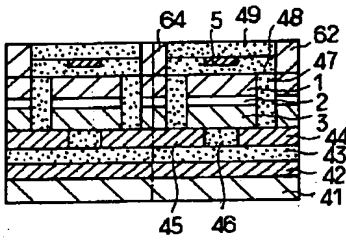
【図26】



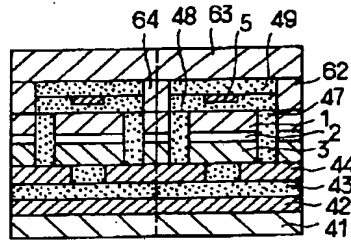
【図27】



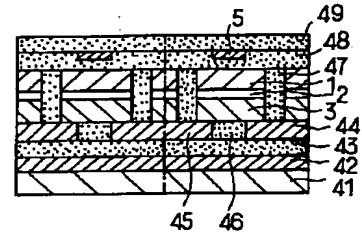
【図28】



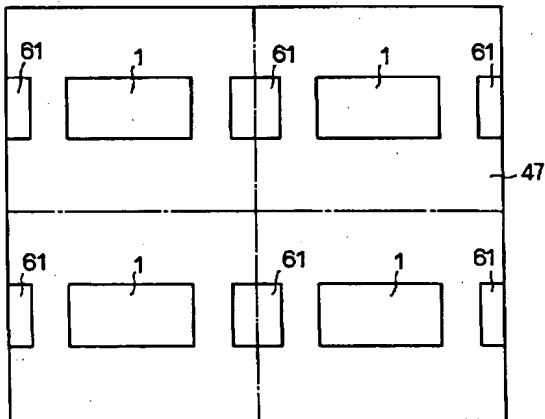
【図29】



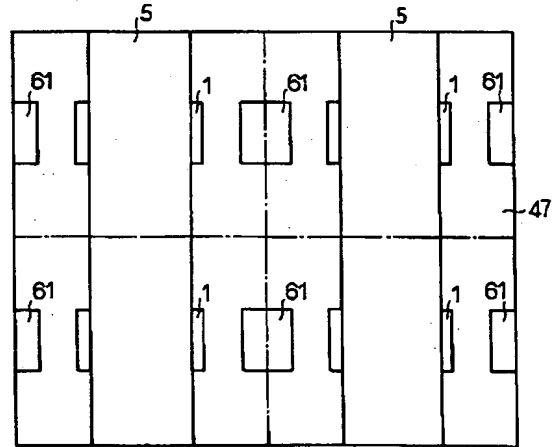
【図32】



【図30】



【図31】



【図33】

